ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 27 AOUT 1906,

PRÉSIDÉE PAR M. A. CHAUVEAU.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

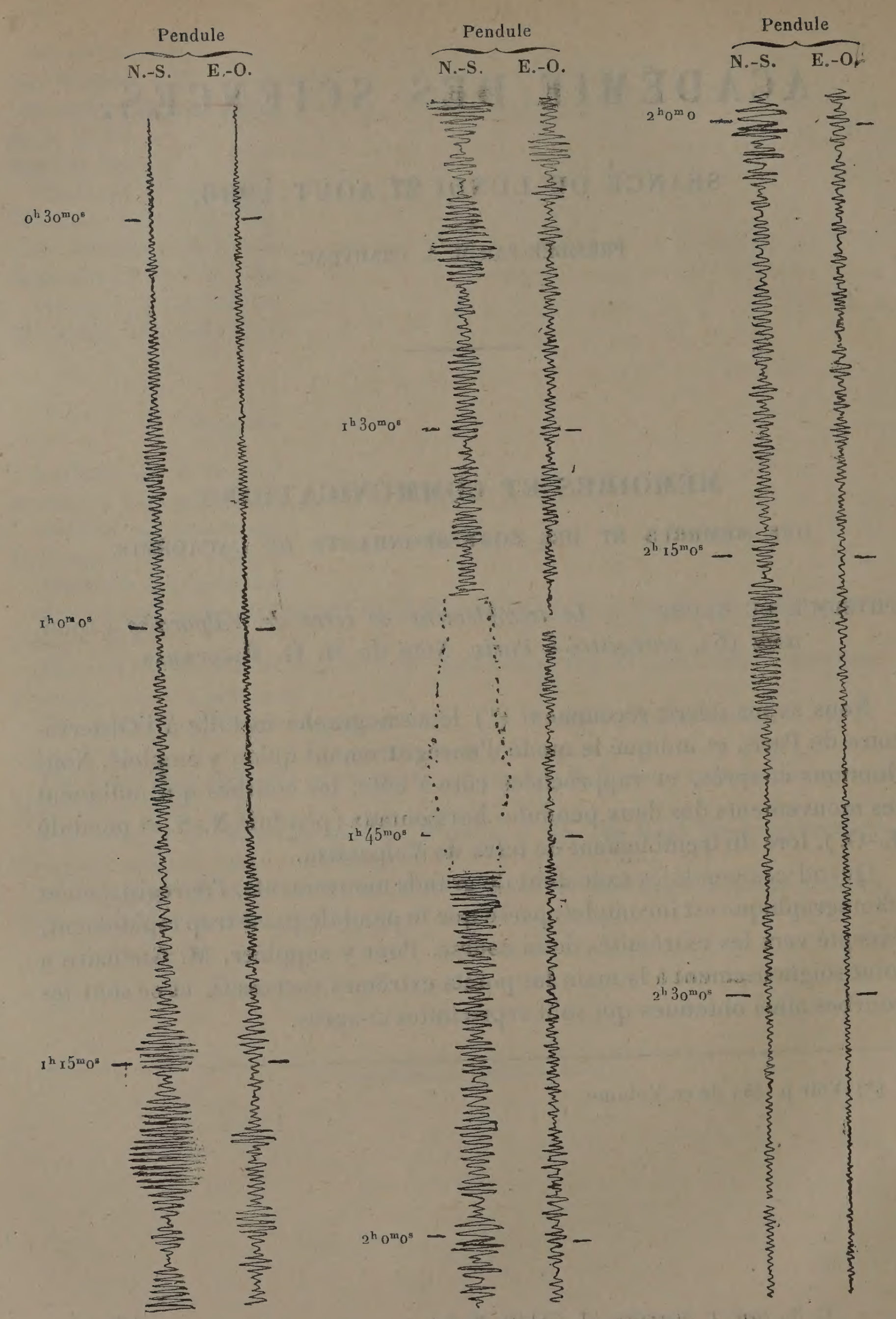
PHYSIQUE DU GLOBE. — *Le tremblement de terre de Valparaiso* (1906, *août* 16), *enregistré à Paris*. Note de M. G. BIGOURDAN.

Nous avons décrit récemment [1] le sismographe installé à l'Observatoire de Paris, et indiqué le mode d'enregistrement qu'on y emploie. Nous donnons ci-après, et rapprochées côte à côte, les courbes qui indiquent les mouvements des deux pendules horizontaux (pendule N.-S. et pendule E.-O.), lors du tremblement de terre de Valparaiso.

Quand ces pendules exécutent de grands mouvements, l'enregistrement photographique est incomplet, parce que le pendule passe trop rapidement, excepté vers les extrémités de sa course. Pour y suppléer, M. Guénaire a joint soigneusement à la main les points extrêmes successifs, et ce sont les courbes ainsi obtenues qui sont reproduites ci-après.

---

[1] Voir p. 354 de ce Volume.



Le tremblement de terre du Chili, enregistré à l'Observatoire de Paris, dans la nuit du 16 au 17 août 1906.

MÉCANIQUE. — *Sur les deux chaleurs spécifiques d'un milieu élastique faiblement déformé ; extensions diverses de la formule de Reech.* Note de M. **P. Duhem**.

Dans une Note précédente (¹) dont nous garderons ici les notations, nous avons établi diverses formules générales relatives aux deux chaleurs spécifiques g, G d'un milieu élastique peu déformé. A ces formules nous allons tout d'abord joindre deux relations générales.

Les égalités (5) de la Note précédente donnent aisément

$$(1) \qquad A_i = -\rho \frac{\partial^2 f}{\partial \varepsilon_i \partial \vartheta}, \qquad B_i = -\rho \frac{\partial^2 f}{\partial \gamma_i \partial \vartheta},$$

en sorte que l'égalité (8) de la Note précédente peut encore s'écrire

$$(2) \qquad G - g = \frac{1}{\rho} \frac{F(\vartheta)}{F'(\vartheta)} (A_1 \alpha_1 + \ldots + B_1 \beta_1 + \ldots).$$

Les égalités (1), jointes aux égalités (7) de la Note précédente, donnent sans peine l'égalité

$$\begin{aligned} & A_1 \Delta\varepsilon_1 + \ldots + B_1 \Delta\gamma_1 + \ldots \\ & \quad = \rho \left(\frac{\partial f}{\partial \varepsilon_1} \alpha_1 + \ldots + \frac{\partial f}{\partial \gamma_1} \beta_1 + \ldots \right) \times \left(\frac{\partial f}{\partial \varepsilon_1} \Delta\varepsilon_1 + \ldots + \frac{\partial f}{\partial \gamma_1} \Delta\gamma_1 + \ldots \right) \\ & \quad + (N_1 \Delta\varepsilon_1 + \ldots + T_1 \Delta\gamma_1 + \ldots)(\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3). \end{aligned}$$

D'autre part les égalités (5) de la Note précédente permettent d'écrire

$$\begin{aligned} & dN_1 \alpha_1 + \ldots + dT_1 \gamma_1 + \ldots \\ & \quad = -\rho \left(\frac{\partial f}{\partial \varepsilon_1} \Delta\varepsilon_1 + \ldots + \frac{\partial f}{\partial \gamma_1} \Delta\gamma_1 + \ldots \right) \left(\frac{\partial f}{\partial \varepsilon_1} \alpha_1 + \ldots + \frac{\partial f}{\partial \gamma_1} \beta_1 + \ldots \right) \\ & \quad - (N_1 \alpha_1 + \ldots + T_1 \gamma_1 + \ldots)(\Delta\varepsilon_1 + \Delta\varepsilon_2 + \lambda\varepsilon_3). \end{aligned}$$

Ces deux égalités permettent d'écrire

$$(3) \qquad \left\{ \begin{aligned} & A_1 \Delta\varepsilon_1 + \ldots + B_1 \Delta\gamma_1 + \ldots + dN_1 \alpha_1 + \ldots + dT_1 \beta_1 + \ldots \\ & \quad = (N_1 \Delta\varepsilon_1 + \ldots + T_1 \Delta\gamma_1 + \ldots)(\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3) \\ & \quad - (N_1 \alpha_1 + \ldots + T_1 \beta_1 + \ldots)(\Delta\varepsilon_1 + \Delta\varepsilon_2 + \Delta\varepsilon_3). \end{aligned} \right.$$

(¹) *Sur les deux chaleurs spécifiques d'un milieu élastique faiblement déformé; formules fondamentales* (*Comptes rendus*, t. CXLIII, 13 août 1906, p. 335).

On démontre de même la relation

$$(4)\quad \left\{\begin{aligned} &A_1 d\varepsilon_1 + \ldots + B_1 d\gamma_1 + \ldots + \Delta N_1 \alpha_1 + \ldots + \Delta T_1 \beta_1 + \ldots \\ &\quad = (N_1 d\varepsilon_1 + \ldots + T_1 d\gamma_1 + \ldots)(\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3) \\ &\quad - (N_1 \alpha_1 + \ldots + T_1 \beta_1 + \ldots)(d\varepsilon_1 + d\varepsilon_2 + d\varepsilon_3). \end{aligned}\right.$$

Moyennant ces égalités (3) et (4), les relations (15) et (20) de la Note précédente prennent les formes corrélatives

$$(5)\quad A_1 d\varepsilon_1 + \ldots + B_1 d\gamma_1 + \ldots = -\rho \frac{F'(\vartheta)}{F(\vartheta)} G \Delta\vartheta,$$

$$(6)\quad \left\{\begin{aligned} &dN_1 \alpha_1 + \ldots + dT_1 \beta_1 + \ldots = \rho \frac{F'(\vartheta)}{F(\vartheta)} g \Delta\vartheta \\ &\quad + (N_1 \Delta\varepsilon_1 + \ldots + T_1 \Delta\gamma_1 + \ldots)(\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3) \\ &\quad - (N_1 \alpha_1 + \ldots + T_1 \beta_1 + \ldots)(\Delta\varepsilon_1 + \Delta\varepsilon_2 + \Delta\varepsilon_3). \end{aligned}\right.$$

Ce sont les deux formules générales que nous voulions établir.

L'égalité (5) de la présente Note et l'égalité (20) de la Note précédente donnent la formule

$$(7)\quad \frac{G}{g} = \frac{A_1 d\varepsilon_1 + \ldots + B_1 d\gamma_1 + \ldots}{A_1 \Delta\varepsilon_1 + \ldots + B_1 \Delta\gamma_1 + \ldots}.$$

Cette formule, *vraie dans tous les cas,* a déjà été donnée par M. W. Voigt [1]. C'est une généralisation du théorème de Reech. Pour un fluide, en effet, on a

$$A_1 = A_2 = A_3, \qquad B_1 = B_2 = B_3 = 0.$$

On a d'ailleurs

$$d\rho = -\rho(d\varepsilon_1 + d\varepsilon_2 + d\varepsilon_3), \qquad \Delta\rho = -\rho(\Delta\varepsilon_1 + \Delta\varepsilon_2 + \Delta\varepsilon_3),$$

en sorte que la formule (7) devient

$$\frac{G}{g} = \frac{d\rho}{\Delta\rho}.$$

Une formule analogue à la formule (7) peut être obtenue dans le *cas particulier où le milieu qui est porté à la température ϑ et qui a subi les déformations ε_i, γ_i, est maintenu en équilibre par une pression normale et uniforme* Π

---

(1) W. Voigt, *Thermodynamik*, I. Bd., égalité (196), 1903, p. 332.

appliquée à sa surface. Dans ce cas, en effet, on a

$$(8)\qquad \begin{cases} N_1 = N_2 = N_3 = \Pi, \\ T_1 = T_2 = T_3 = 0. \end{cases}$$

L'égalité (15) de la Note précédente et l'égalité (6) de la présente Note deviennent alors respectivement

$$(9)\qquad \Delta N_1 \alpha_1 + \ldots + \Delta T_1 \beta_1 + \ldots = \rho \frac{F'(\mathfrak{S})}{F(\mathfrak{S})} G \Delta \mathfrak{S},$$

$$(10)\qquad dN_1 \alpha_1 + \ldots + dT_1 \beta_1 + \ldots = \rho \frac{F'(\mathfrak{S})}{F(\mathfrak{S})} g \Delta \mathfrak{S}.$$

En divisant membre à membre ces égalités (9) et (10), on trouve la formule

$$(11)\qquad \frac{G}{g} = \frac{\Delta N_1 \alpha_1 + \ldots + \Delta T_1 \beta_1 + \ldots}{dN_1 \alpha_1 + \ldots + dT_1 \beta_1 + \ldots}.$$

Ces diverses formules ont été également données par M. W. Voigt; mais M. Voigt a pensé qu'elles étaient vraies dans tous les cas, ce qui n'est pas; on voit par là qu'il était nécessaire de reprendre la théorie des chaleurs spécifiques d'un corps élastique.

La formule (11) est encore une généralisation de la formule de Reech; en effet, si le corps étudié est un fluide, on a

$$\Delta N_i = \Delta \Pi, \qquad \Delta T_i = 0,$$
$$dN_i = d\Pi, \qquad dT_i = 0$$

et la formule (11) devient

$$\frac{G}{g} = \frac{\Delta \Pi}{d\Pi}.$$

Nous avons fait usage [1] de la relation (11); mais le milieu auquel nous l'appliquions était infiniment peu déformé à partir d'un état où il était maintenu en équilibre par une pression normale et uniforme; nous nous trouvions donc dans le cas particulier où cette formule est valable.

---

[1] P. Duhem, *Recherches sur l'élasticité*; 3e Partie : *La stabilité des milieux élastiques*, égalité (158) (*Annales de l'École normale supérieure*, 3e série, t. XXII, 1905, p. 214).

Dans ce cas particulier, les égalités (16) et (18) de la Note précédente fournissent encore cette généralisation du théorème de Reech :

$$\frac{G}{g} = \frac{\Delta N_1 \Delta\varepsilon_1 + \ldots + \Delta T_1 \Delta\gamma_1 + \ldots - \Delta N_1 d\varepsilon_1 - \ldots - \Delta T_1 d\gamma_1 - \ldots}{dN_1 \Delta\varepsilon_1 + \ldots + dT_1 \Delta\gamma_1 + \ldots - \Delta N_1 \Delta\varepsilon_1 - \ldots - \Delta T_1 \Delta\gamma_1 - \ldots}.$$

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur l'origine de l'oxyde de carbone contenu dans le sang normal et surtout dans le sang de certains anémiques.* Note de MM. **R. Lépine** et **Boulud**.

Le professeur Gréhant a établi l'existence, dans le sang normal, de traces de gaz combustible et M. de Saint-Martin, puis M. Nicloux ont montré que ce gaz est en grande partie de l'oxyde de carbone. Ultérieurement M. Nicloux en a trouvé une proportion assez forte dans le sang de chiens vivant en pleine mer et, l'an dernier, nous l'avons constaté en proportion *très* forte chez des anémiques graves [1].

Nous avons pensé qu'on pouvait en chercher la source dans l'acide oxalique, qui existe normalement dans l'organisme et dont l'excrétion, en quantité exagérée, a été signalée chez des malades anémiques et cachectiques. Nos expériences démontrent que notre hypothèse est fondée :

En effet, l'addition *in vitro* d'oxalate de soude ou de potasse à du sang défibriné peut quadrupler la proportion de CO qu'il renfermait avant cette addition. Il est inutile de rapporter ces expériences ; car les suivantes, faites sur le vivant, ont un plus grand intérêt :

1° Si à un chien sain on injecte, dans une veine, $0^g,02$ (par kilogramme de poids vif) d'acide oxalique neutralisé exactement avec de la soude, on augmente *beaucoup* la quantité de CO que renfermait son sang. Nous avons fait bien des fois cette expérience : avant l'injection, le sang renfermait $0^{cm^3},02$ à $0^{cm^3},05$ CO pour 100^{cm^3} de sang ; après l'injection, on en trouve de $0^{cm^3},20$ à $0^{cm^3},40$, c'est-à-dire huit ou dix fois plus.

2° Cette augmentation *fait défaut* si le chien est asphyxié (partiellement) par l'occlusion incomplète des narines (M. Nicloux avait déjà reconnu que l'asphyxie *diminue* la quantité de CO existant normalement dans le sang). Ce résultat est important, car l'asphyxie ne peut *détruire* CO et n'agit évidemment qu'en empêchant sa formation.

---

(1) Lépine et Boulud, *Comptes rendus de la Société de Biologie*, 1er juillet, 1905.

3° L'injection, dans la veine d'un chien sain, d'acide tartrique ou d'un acide bibasique, amène une augmentation de CO dans le sang, analogue à celle que produit l'acide oxalique, mais un peu moins rapidement. L'injection d'acide lactique ne produit pas ce résultat.

4° L'injection dans une veine d'une solution de glucose ou de lévulose, à la dose de 4^g de sucre par kilogramme de poids vif, est suivie d'une assez forte augmentation de CO dans le sang. On sait que dans ces conditions, d'après plusieurs expérimentateurs, il se forme une quantité anormale d'acide oxalique.

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, l'Ouvrage suivant :

La matière est une; par M. Gustave-D. Hinrichs.

ACOUSTIQUE. — *Sur les lois de la Musique.* Note de M. Maurice Gandillot, transmise par M. J. Violle.

Si l'on n'a pas encore réussi à établir la théorie de la Musique, cela tient sans doute à ce que, le plus souvent, on a tenté de la fonder sur les particularités du fonctionnement des corps sonores, alors que c'est celui de notre intelligence dont il convient en réalité de tenir compte. Or on dispose précisément à ce sujet d'une donnée très sûre et parfaitement suffisante, c'est le principe de la consonance, lequel peut s'exprimer ainsi : « Le musicien aime à associer les sons dont les hauteurs sont en rapports simples .»

S'appuyant sur cette base étroite mais solide, il est facile de reconstituer toute la Musique, gammes et harmonie; en procédant du simple au composé, c'est-à-dire en formant des tonalités de plus en plus riches mais complexes, on retrouve précisément la série des styles musicaux et des genres d'harmonie que les Maîtres ont créés peu à peu et d'instinct, de la Renaissance à nos jours.

Proposons-nous d'abord d'inventorier tous les sons qui peuvent être employés pour former gamme avec une même tonique. Nous trouvons que leur collection, théoriquement illimitée, se réduit pratiquement à douze termes (tonique comprise), parce

que tout son nouveau que l'on tenterait d'ajouter aux premiers serait confondu avec l'un d'eux comme ayant une hauteur presque identique et une formule numérique très sensiblement plus complexe. Cette collection de douze sons correspond à ce que les musiciens appellent *gamme chromatique*.

Proposons-nous ensuite le problème inverse et cherchons la collection de sons la plus simple, définie par la condition que chaque terme forme consonance avec chacun des autres termes. Nous trouvons deux solutions : ce sont des échelles musicales de type *do mi sol* ou *do mi♭ sol*; nous leur donnerons dans ce qui suit le nom d'*échelle* et nous les distinguerons entre elles en les qualifiant respectivement de *majeure* et de *mineure*.

Appelons maintenant *gamme* toute collection de sons faisant avec une même tonique des rapports assez simples pour que l'intelligence les saisisse aisément. Tout groupe de notes (comprenant la tonique) pris dans la collection chromatique constituera donc en général une gamme. Formant méthodiquement tous les groupes de notes possibles, nous engendrerons successivement toutes les gammes connues : celles de l'antiquité, les huit tons du plain-chant, les quatre modes chinois, nos gammes diatoniques naturelles et altérées, diverses gammes procédant par tiers de ton comme celles de certains peuples sémitiques, etc. Nous engendrerons en outre un très grand nombre de gammes actuellement inconnues, mais dont plusieurs ne sont pas sans mérite et pourraient un jour être employées. Toutes ces gammes permettent d'écrire de la mélodie. Pour former celles d'entre elles qui se prêtent le mieux à l'emploi de l'harmonie, il suffit de les composer de sons prélevés dans la collection chromatique, en les choisissant, non pas au hasard, mais par groupes de trois formant échelle : ces échelles correspondront évidemment aux accords fondamentaux de la tonalité.

Si l'on prend d'abord une seule échelle, *do mi sol* par exemple, on a une gamme toute semblable à celle qu'emploient les clairons et les trompettes.

Si l'on prend deux échelles, c'est celle de *sol* qui doit être annexée à la précédente, car c'est elle qui forme avec l'échelle *do* le rapport le plus simple (quinte $= \frac{3}{2}$) ; on a ainsi une gamme fort employée (ton et dominante) qui suffit, à quelques notes secondaires près, pour exprimer un très grand nombre d'airs de musique.

Si l'on prend trois échelles, c'est celle de *fa* qui doit être annexée aux précédentes car, dans toute la collection chromatique, il n'en est aucune (après l'échelle *sol*) qui forme avec l'échelle *do* un rapport plus simple (quarte $= \frac{4}{3}$). La gamme ainsi obtenue n'est autre que notre gamme moderne de *do* majeur, et les trois échelles constitutives *do mi sol*, *sol si ré*, et *fa la do* en sont précisément les harmonies fondamentales. La gamme de *do* mineur s'engendre de même par la réunion de trois échelles mineures. Comme rien n'exige que les trois échelles constitutives d'une même gamme aient même mode, on voit que chacune des deux gammes

précédentes admet trois variantes : la gamme moderne peut donc, contrairement à ce que l'on croit habituellement, se pratiquer de huit façons différentes (se répartissant en deux *modes* et quatre *genres*). Dès que l'on compose de la musique, on emploie (généralement à son insu) ces huit variantes, mais plus fréquemment celles qui correspondent aux *substrata numériques* les plus simples.

Soient en général y la hauteur d'une note de musique exprimée par son nombre de vibrations par seconde et t le temps compté à partir d'une origine quelconque. Tout air de musique peut être représenté par un graphique discontinu où y est une fonction de t : $y = f(t)$. D'autre part, rappelons que l'*imitation*, telle que les harmonistes la définissent, consiste en ce que le compositeur, après avoir exposé un certain thème musical, le présente généralement à nouveau une ou plusieurs fois, mais en le transformant plus ou moins profondément, de façon que l'imitation (thème transformé) ne rappelle pas servilement la version initiale (thème donné). Ceci posé, il est curieux de faire observer qu'en pratiquant d'instinct l'imitation le compositeur se conforme sans y songer à des lois mathématiques simples. Soient $y_1 = f_1(t)$ un thème donné et $y_2 = f_2(t)$ l'une de ses imitations; ces deux fonctions sont généralement liées entre elles par une loi rigoureuse. Ainsi, dans le cas de l'*inversion*, la loi est $y_1 \times y_2 =$ *constante;* dans le cas de la *transposition*, la loi est $y_1 : y_2 =$ *constante,* ce qui revient à dire que l'imitation y_2 est une sorte de projection non déformée du thème donné y_1; dans le cas du *contremode,* l'imitation est une projection déformée, en ce sens que toutes les échelles constitutives sont changées de mode, les mineures devenant majeures et inversement; dans le *retournement,* il y a concurremment inversion et contremode. On rencontre continuellement, en musique, l'application (instinctive) d'une formule consistant à exposer consécutivement un *thème donné* et son *retournement*, puis son *contremode* et son *inversion.*

Le principe de la consonance explique fort simplement et sans calcul les lois du contrepoint comme celles de l'harmonie moderne; il les fournit sous une forme différant un peu de ce qu'enseignent certains traités, mais s'accordant parfaitement avec ce que pratiquent les compositeurs.

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Sur les aciers au cuivre.* Note de M. **Pierre Breuil**, transmise par M. Maurice Levy.

Essais au choc sur barreaux entaillés. — Ces essais ont été faits avec l'entaille au tour, préconisée par M. Vanderheym. Le diamètre à fond d'entaille était de 10^{mm} et l'entaille était aiguë ; le mouton pesait 10^{kg} et rompait toujours d'un seul coup l'éprouvette.

	Cuivre pour 100.	Métaux bruts de laminage.	Métaux recuits à 900°.	Métaux trempés à 830°-870°.	Métaux trempés et revenus à 300°.
		kgm			
Série à 0,15-0,18 de C.	0,0.....	16,0	6,6	22,8	22,8
	0,5.....	16,0	6,3	20,3	21,6
	1,0.....	7,0	6,3	7,9	17,6
	2,0.....	7,0	4,8	9,9	10,6
	4,0.....	10,0	8,6	11,4	11,4
Série à 0,35-0,38 de C.	0,0.....	6,0	3,6	4,6	2,6
	0,5.....	12,0	0,6	3,1	2,1
	1,0.....	7,0	1,6	2,6	1,4
	2,0.....	6,0	0,6	0,6	»
	4,0.....	6,0	0,6	2,6	2,6
Série à 0,56-0,79 de C.	0,5.....	»	2,6	1,1	3,0
	1,0.....	3,1	1,9	»	2,1
	3,0.....	2,1	2,6	»	4,0
	10,0.....	»	4,1	1,1	3,0

Ces essais au choc, assez concluants pour les aciers à faible carburation, le sont très peu pour les aciers durs qui paraissent tous également fragiles; les essais avec barreaux non entaillés sont beaucoup plus explicites; mais leurs détails nous entraîneraient trop loin; nous nous contenterons de dire que le cuivre ne donne que très peu de fragilité aux aciers étudiés.

Essais de torsion. — Ces essais ont été faits avec une machine permettant de déterminer les moments à $\frac{1}{10}$ de kilogrammètre près; les barreaux avaient 18mm de diamètre et 100mm de longueur cylindrique. Les résultats sont les suivants; ils portent sur les métaux bruts de laminage :

Nature des aciers.	Cuivre pour 100.	Limite d'élasticité. — Kilogrammètres.	Rupture. — Kilogrammètres.	Angle de torsion à la rupture pour une longueur de 100mm.
Série douce...	0,0....	31,0	58	700°
	0,5....	33,3	56	770
	1,0....	31,2	59	925
	2,0....	47,0	67	702
	4,0....	66,0	83	185
Série mi-dure.	0,0....	33,0	67,5	605
	0,5....	35,1	61,5	196
	1,0....	43,2	68,5	446
	2,0....	52,5	79,0	296
	4,0....	69,5	98,0	183
Série dure....	0,5....	58,5	90	272
	1,0....	63,0	101	248
	3,0....	64,0	108	116
	10,0....	30 (pailleuse)	30	8

Les essais de torsion amènent aux mêmes conclusions que ceux de traction : le cuivre augmente beaucoup la limite d'élasticité et le moment de rupture dès qu'une teneur de 2 pour 100 est dépassée; la déformation, quoique amoindrie par la présence du cuivre, reste bonne.

Essais de dureté. — Ces essais ont été faits par la méthode de Brinell; la bille avait 10^{mm} de diamètre, la pression employée était de 3000^{kg}. Les résultats obtenus sont les suivants :

		Aciers			
Séries.	Cuivre pour 100.	bruts de laminage.	recuits au rouge cerise.	trempés à 830°-870° non revenus.	trempés à 830°-870°, puis revenus à 300°-350°.
Série douce	0,0	143	124	207	
	0,5	146	143	311	
	1,0	146	146	311	
	2,0	202	174	311	
	4,0	255	183	351	
Série mi-dure	0,0	166	166	460	418
	0,5	202	166	627	460
	1,0	207	196	600	495
	2,0	269	207	817	495
	4,0	302	212	782	782
Série dure	0,5	255	228	Sous 3000^{kg}	555
	1,0	302	223	la bille n'a	555
	3,0	418	223	fait aucune	600
	10,0	430	241	empreinte	782

Les duretés suivent assez bien les résistances à la traction; elles sont généralement supérieures à celles des aciers au nickel de même carburation et ayant subi le même traitement thermique.

Essais de corrosion. — Ces essais n'ont été effectués que sur les aciers bruts de moulage. Le liquide corrosif était constitué par une dissolution, à volumes égaux, d'eau distillée et d'acide sulfurique à 66° Baumé; les échantillons étaient disposés de telle façon que les sels provenant de l'attaque du métal par le liquide ne vinssent pas recouvrir ce métal; les essais ont duré un mois; on a déterminé les pertes de poids des échantillons; ces pertes sont les suivantes :

Cuivre pour 100.	Série douce pour 100.	Série mi-dure pour 100.
0	5,23	6,10
0,5	4,40	3,54
1,0	2,80	3,21
2,0	3,01	2,04
4,0	3,34	2,50

Les pertes des aciers au cuivre sont donc considérablement plus faibles que celles des mêmes aciers sans cuivre ; c'est là une importante constatation, analogue à celle faite à propos des aciers au nickel justement réputés à ce point de vue.

Essais au rouverin. — Aucun des aciers ayant de 0 à 4 pour 100 de cuivre n'est rouverin.

Micrographie des aciers au cuivre. — Nos conclusions sur cette question confirment celles de M. Stead. A partir de 4 pour 100 de cuivre environ il s'isole dans les lingots des nodules rouges à forte teneur en cuivre, mais le phénomène est d'autant plus marqué que l'acier est plus carburé ; ce qui caractérise surtout les aciers au cuivre utilisables (c'est-à-dire jusqu'à 4 pour 100 de cuivre) c'est la finesse de leur structure ; ces aciers ont d'autant plus de perlite granulo-sorbitique que la teneur en cuivre est plus élevée ; cette sorbite donne de l'homogénéité, de la ténacité et de la dureté au métal ; elle paraît en faire un métal d'une carburation plus haute. Le cuivre se dissolvant dans la ferrite laisse encore à celle-ci beaucoup de malléabilité, et par suite de cette dissolution le carbone, trouvant la possibilité de former un carbure plus divisé et en plus grande quantité, apporte de ce fait une action durcissante; en conséquence l'ensemble est à la fois aussi dur que l'acier d'une carburation supérieure, mais est beaucoup moins cassant que lui.

Au point de vue de la nature des constituants, ces aciers n'ont rien de particulier par rapport aux aciers ordinaires, mais la forme, la distribution, la quantité de ces constituants sont telles que les propriétés spéciales ci-dessus indiquées les signalent à l'attention des métallurgistes au même titre que les aciers contenant du nickel, ou d'autres éléments qui sont généralement d'un prix plus élevé que le cuivre.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur le mécanisme de l'influence des acides, des bases et des sels dans la liquéfaction des empois de fécule.* Note de MM. **A. Fernbach** et **J. Wolff**, présentée par M. L. Maquenne.

Nous avons signalé récemment (*Comptes rendus*, 20 août 1906) le rôle important que joue la réaction au méthylorange dans la liquéfaction des empois de fécule. Comme nous l'avons indiqué, nous nous sommes servis d'une fécule V, très visqueuse et très pure, extraite au laboratoire avec de l'eau distillée, en ayant soin, pour constater l'effet des substances ajoutées, de ne pas chauffer l'empois à une température trop élevée, parce que, en

l'absence de matières minérales pouvant s'opposer à la liquéfaction, il se solubilise très facilement quand on dépasse 120° à 122°.

Si l'on neutralise un empois à 5 pour 100 au méthylorange avec de l'acide sulfurique, on constate une perte énorme de viscosité à 120° (1). Comme il s'agit ici d'une fécule exempte de bases alcalino-terreuses, l'acide ajouté ne peut agir que sur des sels alcalins. D'autre part, vis-à-vis des réactifs colorés notre amidon se comporte comme un mélange de phosphates primaires avec une petite quantité de phosphates secondaires, et, en outre, ses cendres renferment environ la moitié de leur poids de P^2O^5. Nous devons donc nous demander si la perte de viscosité ne serait pas due au passage du phosphate secondaire à l'état de phosphate primaire. Nous sommes ainsi conduits tout d'abord à rechercher si les phosphates ont un effet et quelle est son importance.

Voici des expériences dans lesquelles 50^{cm^3} d'empois à 5 pour 100 ont été additionnés, après neutralisation par l'acide sulfurique, de doses croissantes de phosphate neutre de sodium, puis chauffés pendant une demi-heure à 120°. Nous y ajoutons des expériences comparatives faites avec le phosphate de soude et le phosphate d'ammoniaque à doses équimoléculaires. La viscosité a été mesurée de suite pour les expériences I et une heure plus tard pour les expériences II (2).

		II.	
			Phosphate d'ammoniaque.
	m s	m s	m s
Empois tel quel	15.00	»	»
» neutralisé ($0^{mg},5$ SO^4H^2)	1.15	1.7	»
» » $1^{mg},89$ PO^4HNa^2	2.15	1.53	1.50
» » $2^{mg},8$ »	4.05	3.12	3.20
» » $3^{mg},6$ »	17.00	6.30	7.00
» tel quel + $18^{mg},9$ » puis neutralisé par SO^4H^2	1.15	»	»

On voit qu'à mesure que la dose de phosphate de soude augmente la viscosité croît, et, pour la ramener à sa valeur primitive et compenser la perte de viscosité causée par

(1) Nous nous sommes servis, dans ces expériences et les suivantes, d'une burette qui laisse écouler 25^{cm^3} d'eau distillée en 28 secondes, ce qui permet d'apprécier les différences de viscosité beaucoup plus nettement qu'avec la burette dont nous nous servions antérieurement.

(2) Il résulte de cette expérience et d'un grand nombre d'autres qu'avec le temps la viscosité subit, à la température ordinaire, des modifications plus ou moins marquées qui imposent de la mesurer de suite.

la neutralisation, il faut une quantité relativement élevée de phosphate. Mais nous voyons aussi que même l'addition d'une quantité énorme de phosphate neutre reste sans effet si l'on ramène la réaction à la neutralité à l'orangé. En outre, le sulfate de soude qui a pris naissance n'empêche pas la perte de viscosité.

Nous pouvons donc prévoir que l'addition de sels neutres au méthylorange n'aura aucun effet et c'est aussi ce que l'expérience directe vérifie.

Voici en effet deux séries d'expériences, faites comme les précédentes, qui le prouvent :

			m s
Empois tel quel		....	11.00
»	neutralisé	($0^{mg},5\ SO^4H^2$) ..	1.05
»	»	+ $6^{mg},3\ PO^4HNa^2$.	12.00
»	»	+ $4^{mg},9\ PO^4H^2Na$.	1.45
»	tel quel	+ $6^{mg},3\ PO^4HNa^2$.	14.00
»	»	+ $4^{mg},9\ PO^4H^2Na$.	14.00

				m s
Empois tel quel			....	9.00
»	neutralisé		....	1.00
»	»	$6^{mg},2$	SO^4Mg....	1.00
»	»	$12^{mg},4$	»	1.08
»	»	5^{mg}	SO^4Ca....	1.00
»	»	10^{mg}	»	1.10
»	»	$18^{mg},9$	PO^4HNa^2..	20 env.
»	»	$1^{mg},89$	» ..	1.40
»	»	15^{mg}	PO^4H^2Na..	1.00

Ce qui ressort encore de la dernière expérience de chacune de ces séries, c'est que le phosphate primaire n'a aucun effet liquéfiant quand l'empois n'a pas été neutralisé au préalable, et n'empêche en rien la liquéfaction si cette neutralisation a eu lieu.

On pourrait donc être tenté de conclure que la perte de viscosité dépend uniquement de la transformation des phosphates secondaires en phosphates primaires. Mais, en réalité, cette transformation ne représente qu'une partie du mécanisme. En effet la dose d'acide nécessaire pour la neutralisation de l'empois tel quel au méthylorange correspond à $1^{mg},44$ de phosphate neutre de soude, alors que, dans la première de nos expériences, il a fallu ajouter deux fois et demie environ cette quantité de phosphate neutre pour ramener l'empois neutralisé à la viscosité primitive.

Des expériences faites avec le phosphate d'ammoniaque conduisent d'ailleurs aux mêmes résultats; on a pu voir du reste plus haut, par l'expérience II, que ce sel se comporte comme le phosphate de soude, à doses équimoléculaires.

La quantité maxima de phosphate neutre qui pourrait exister naturellement dans l'empois est donc insuffisante pour s'opposer à la perte de viscosité; il doit, par suite, y avoir encore une autre cause en jeu. L'expérience prouve, en effet, que, à alcalinité égale vis-à-vis de l'orangé, les bases agissent beaucoup plus énergiquement que les phosphates neutres. En voici un exemple :

	mg		Viscosité. m s
Empois neutralisé.....	1,89	PO^4HNa^2	1.20
»	0,2	NaOH..............	1.40
»	0,5	»	10

On voit que $0^{mg},2$ de soude s'opposent davantage à la liquéfaction que 9 fois plus de

phosphate neutre, et que $0^{mg},5$ de soude, qui correspondent à la même alcalinité à l'orangé que $1^{mg},89$ de phosphate, conduisent à une viscosité 8 fois plus grande. Nous nous sommes assurés qu'avec des quantités équimoléculaires de soude et de chaux on arrive aux mêmes résultats.

En résumé, nous arrivons à la conclusion que les sels neutres au méthylorange n'ont aucune influence sur la perte de viscosité des empois chauffés sous pression; par contre, les sels alcalins à ce réactif gênent beaucoup la liquéfaction et il suffit de traces d'alcalis libres pour l'empêcher. L'intérêt de ces observations s'accroît du fait que la liquéfaction diastasique des empois obéit à des influences analogues.

PATHOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur une maladie de la Pomme de terre produite par* Bacillus phytophthorus (*Frank*) *O. Appel*. Note de M. **Georges Delacroix**, présentée par M. Prillieux.

Un certain nombre d'affections parasitaires de nature bactérienne ont été décrites sur la Pomme de terre. Parmi elles, il en est une, fréquente, semble-t-il, en Allemagne où elle a été décrite par Frank d'abord, puis par Appel sous le nom de *Schwarzbeinigheit* (maladie de la jambe noire) ou de *Stengelfæule* (pourriture de la tige), et cette maladie existerait aussi en Angleterre (L.-R. Jones), en Danemark, en Hollande, en Russie (Appel). Je n'en connaissais pas, il y a deux ans, l'existence en France. L'examen fait de quelques échantillons envoyés depuis cette époque à la Station de pathologie végétale, à Paris, examen corroboré par la culture de la bactérie qui s'y rencontrait, permet d'affirmer l'existence de cette maladie en France. Elle y paraît, il est vrai, encore peu répandue.

Cette bactérie est le *Bacillus phytophthorus* (Frank) O. Appel.

La maladie produite sur la Pomme de terre pendant la période de végétation de cette plante présente certaines ressemblances avec celle que j'ai décrite sous le nom de *brunissure*, maladie causée par le *Bacillus solanincola*, et il est intéressant d'établir le diagnostic différenciel entre ces deux maladies. Examinons d'abord les caractères extérieurs.

La période d'évolution ne semble pas, en général, coïncider pour ces deux cas pathologiques. Il m'a toujours paru que, sur une variété donnée, la maladie produite par *Bacillus phytophthorus* est sensiblement plus précoce, quant à son apparition, que celle du *Bacillus solanincola*, la première étant une maladie de la fin du printemps, la seconde du milieu de l'été et du commencement de l'automne. Ces périodes

sont évidemment un peu différentes avec les variétés; mais sur une d'elles, la *Richter's Imperator,* j'ai pu reconnaître facilement la différence pour les deux cas pathologiques.

Les caractères extérieurs sont assez semblables pour que l'on ne puisse guère proposer de se servir de ces données pour séparer les deux maladies. A un moindre degré, il en est de même pour les caractères fournis par l'examen microscopique. Dans les deux cas, en effet, j'ai pu constater que la bactérie, qu'il s'agisse du *Bacillus solanincola,* aussi bien que du *B. phytophthorus,* est presque toujours accompagnée d'un mycélium de *Fusarium:* ce mycélium, que l'expérience ne nous montre pas comme un parasite, n'apparaît, dans un cas comme dans l'autre, que secondairement et ne se rencontre pas sur la plante lorsque la maladie est à son début. J'incline à penser que ce sont peut-être des cas analogues aux nôtres qu'on a décrits récemment en Amérique et qu'on a attribués au parasitisme d'un *Fusarium* (*F. oxysporum*).

Dans ces deux cas de maladie bactérienne, je trouve aussi le même mode de défense de la plante, avec réaction identique, constituée par la production de thylle et de gomme de blessure, aux dépens du parenchyme ligneux vivant périvasculaire.

On comprend ainsi que la spécification de la bactérie reste le seul critérium pour le diagnostic précis de la maladie. Les deux bactéries peuvent, d'ailleurs, être différenciées sans difficulté: le *Bacillus phytophthorus* est une bactérie courte, presque un coccus, qui liquéfie rapidement la gélatine; le *Bacillus solanincola* est, au contraire, un bâtonnet qui ne liquéfie pas la gélatine, quand il est en culture pure.

Au point de vue pratique, ces faits n'ont en réalité aucune importance, car le traitement de la maladie, purement préventif, est le même dans les deux cas.

PHYSIOLOGIE. — *Sur l'activité hémopoïétique du sérum au cours de la régénération du sang.* Note de M. **Paul Carnot** et de M[lle] **Cl. Deflandre**, présentée par M. Bouchard.

Au cours de recherches sur le mécanisme des régénérations d'organes, nous avons été amenés à étudier les causes de la rénovation du sang après saignée et à démontrer la présence, dans le sérum des animaux saignés, d'une substance capable d'activer l'hémopoïèse: tel est l'objet de la présente Note.

Nos expériences ont porté principalement sur le lapin, qui régénère son sang, après

saignée, avec une précocité et une intensité remarquables : si, le lendemain d'une saignée copieuse, on prélève du sérum, en pleine crise hématique de régénération et qu'on l'injecte à un animal neuf, cet animal présente, dès le lendemain, une hyperglobulie considérable et constante.

1° L'augmentation du nombre des hématies est, le plus habituellement, de 2 à 3 millions par millimètre cube : mais parfois elle est beaucoup plus considérable encore. Dans un de nos cas, par exemple, un lapin neuf, dont le sang comprenait, d'une façon assez constante, 5 millions et demi d'hématies par millimètre cube, après avoir reçu, en injection intraveineuse, 9^{cm^3} de sérum (recueilli, chez un autre lapin, 20 heures après une saignée de 30^{cm^3}), eut une hyperglobulie telle que le nombre des hématies atteignait 8 millions le lendemain, plus de 9 millions le surlendemain, près de 12 millions le troisième jour : la quantité de globules rouges avait ainsi plus que doublé en 2 jours, l'excédent étant de plus de 6 millions par millimètre cube. Même dans le cas où, par suite des conditions expérimentales, le sérum est moins actif, on observe constamment une augmentation supérieure à 1 million par millimètre cube. Il s'agit donc là d'une action très intense et très constante.

2° Nous avons comparé l'activité hémopoïétique du sang ou du sérum, recueilli en pleine crise hématique de rénovation, avec celle du sang ou du sérum normal : celle-ci nous a paru très faible et inconstante dans les circonstances ordinaires, l'injection de sérum normal ne provoquant pas une augmentation du nombre des hématies supérieure à quelques centaines de mille, et provoquant parfois une diminution de même ordre ; en admettant même une faible activité du sérum normal, on ne peut la considérer que comme l'ébauche des phénomènes, autrement importants, qui se manifestent dans certaines circonstances et, notamment au cours de la régénération du sang.

3° Nous avons recherché dans quelle partie du sang se trouve la substance active. Nous avons constaté que les éléments anatomiques (globules, hématoblastes, globules rouges nucléés) n'y ont aucune part : car le sérum se comporte, précisément, avec la même activité que le sang défibriné total, immédiatement transfusé (dans un cas, le sang défibriné produisait une augmentation de 2437000 hématies ; son sérum, une augmentation de 2970000). Si l'on chauffe à 56° le sérum actif, il perd son activité hémopoïétique : la substance active fait donc partie du groupe des substances du sérum détruites à 56°.

4° L'injection sous-cutanée de sérum actif produit le même résultat que l'injection intraveineuse : dans un cas, par exemple, avec le même sérum, l'injection intraveineuse a provoqué une augmentation de 2437000 ; l'injection sous-cutanée, une augmentation de 2375000. En pratique on aura, le plus souvent, recours à la voie sous-cutanée.

5° Si l'on dresse la courbe d'activité du sérum aux différents temps de la régénération, on constate que cette activité, surtout considérable le premier jour consécutif à la saignée, diminue rapidement les jours suivants. La courbe de rénovation du sang est exactement superposable, mais un peu en retard, sur la courbe de l'activité hémopoïétique du sérum ; cela permet d'attribuer la régénération sanguine à l'activité hémopoïétique du sérum qui la précède et qui en dirige les variations. Pratiquement,

le sérum le plus actif est celui qu'on recueille environ 20 heures après la saignée.

6° Enfin, si l'on fait à l'animal fournisseur de sérum une série de saignées successives, on constate les faits suivants : si l'intervalle est suffisant, l'activité hémopoïétique apparaît après chaque nouvelle saignée, tout en diminuant légèrement : en pareil cas, la rénovation du sang de l'animal saigné se fait normalement; mais, si l'intervalle des saignées est trop rapproché, l'activité hémopoïétique baisse rapidement, à chaque nouvelle saignée; on peut même observer, après un trop grand nombre de saignées, que l'injection de sérum à un animal neuf provoque, non plus une augmentation, mais au contraire une diminution des hématies ; il semble que l'activité hémopoïétique du sérum est compensée par une activité hémolytique inverse et que celle-ci devient alors prépondérante ; on constate, parallèlement, que le sang de l'animal saigné est, alors, incapable de se régénérer et que parfois la déglobulisation, amorcée par les saignées, se continue spontanément.

De ces expériences résultent les conclusions suivantes : la rénovation du sang, après saignée, paraît être provoquée et dirigée par une substance active, capable de provoquer l'hémopoïèse, qui se trouve dans le sérum et est détruite à 55°. Par opposition aux hémolysines, on peut provisoirement appeler cette substance : *hémopoïétine*. Si elle est particulièrement active et manifeste au cours de la rénovation du sang, il est vraisemblable qu'elle existe, à un faible degré, à l'état normal et que d'autres actions (influence des hautes altitudes, etc.) pourront la mettre également en évidence.

Il est vraisemblable qu'à l'état normal, hémopoïétine et hémolysine se contrebalancent et s'équilibrent. Si les hémolysines prédominent, il y a destruction globulaire ; mais, si les hémopoïétines prédominent, il y a hyperglobulie.

La régénération du sang est probablement due à une augmentation de l'activité hémopoïétique du sérum.

Probablement aussi, les hémopoïétines ne sont qu'une variété spéciale de cytopoïétines que nous cherchons actuellement à mettre en évidence, par la même méthode, au niveau des différentes glandes, et qui expliqueraient le mécanisme des régénérations d'organes.

Pratiquement, l'hyperglobulie provoquée par l'injection sous-cutanée de sérum actif, recueilli 20 heures après une première saignée, nous paraît susceptible d'applications thérapeutiques : nous avons traité, de cette façon, plusieurs cas d'anémies symptomatiques et avons observé, dès le premier jour, des augmentations globulaires très considérables dépassant 1 million en deux jours.

La séance est levée à 3 heures et demie.

M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 20 aout 1906.

Notice sur les travaux scientifiques de M. D. Gernez. Paris, Motteroz, Martinet, 1906; 1 fasc. in-4°.

Address prepared by Senator Charles-N. Prouty *to commemorate the two hundredth anniversary of the birth of Benjamin Franklin in the senate chamber of Massachusetts, January* 17, 1906. S. l.; 1 fasc. in-8°.

Die physikalischen Institute der Universität Göttingen. Festschrift im Anschlusse an die Einweihung der Neubauten am 9 *Dezember* 1905, herausgegeb. v. der Göttinger Vereinigung zur Förderung der angewandten Physik und Mathematik. Leipzig et Berlin, B.-G. Teubner, 1906; 1 vol. in-4°.

Sun-spot lines in the spectra of red stars, by George-E. Hale and Walter-S. Adams. (*Contributions from the Solar Observatory,* Mount Wilson, California, n° 8.) Carnegie Institution of Washington, 1906; 1 fasc. in-8°.

Risultati delle osservazioni astronomiche fatte a Palma di Majorca (*Isole Balear*) *durante l'eclisse totale di sole del* 30 *Agosto* 1905, per D.-Francesco Faccin. Pavie, 1906; 1 fasc. in-8°.

Sur quelques faits singuliers observés pendant l'écoulement de l'eau, par G. van der Mensbrugghe. Bruxelles, Hayez, 1906; 1 fasc. in-8°.

Notes analytiques sur les collections ethnographiques du Musée du Congo, publiées par la Direction du Musée; t. I, fasc. 2 : *La Religion* (p. 145-316, Pl. XXII-LXII). (*Annales du Musée du Congo : Ethnographie et Anthropologie;* série III.) Bruxelles, Spineux et Cie, 1906; 1 fasc. in-f°.

Secund annual report of the Henry Phipps Institute, for the study, treatement and prevention of tuberculosis. Philadelphie, 1906; 1 vol. in-8°.

Precis of the Archives of the Cape of Good Hope. Requesten (*Memorials*) 1715-1806, by H.-C.-V. Leibbrandt; vol. II : *F-O.* Cape-Town et Londres, 1906; 1 vol. in-8°.

The proceedings and transactions of the Nova Scotian Institute of Science, Halifax, Nova Scotia; vol. XI, part 2 : *Session of* 1903-1904; with 10 plates. Halifax, 1906; 1 vol. in-8°.

Ouvrages reçus dans la séance du 27 aout 1906.

Opere matematiche di Francesco Brioschi; tomo IV. Milan, Ulrico Hoepli, 1906; 1 vol. in-4°.

Biographical memoir of John Rodgers, 1812-1882, by ASAPH HALL. Washington, 1906; 1 fasc. in-8°.

La matière est une, par M. GUSTAVE-D. HINRICHS : I. *La débâcle du système de Stas.* II. *Détermination des poids atomiques absolus.* III. *Les poids atomiques sont commensurables et la matière est une.* Paris, tirage à part du *Moniteur scientifique,* 1906; 1 fasc. in-8°.

Barometric variations of long duration over large areas, by WILLIAM-J.-S. LOCKYER. (Extr. des *Proceedings of the Royal Society,* A, t. LXXVIII, 1906.) 1 fasc. in-8°.

Report of the Commissioner of Education for the year ending june 30, 1904; t. I. Washington, 1906; 1 vol. in-8°.

Annuario da Universidade de Coïmbra; anno lectivo de 1905-1906. Coïmbre, 1906; 1 vol. in-8°.